

СТРУКТУРА И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ПОКРЫТИЙ СИСТЕМЫ «Ti-Ta-Nb», СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ

Руктуев А. А., Комаров П. Н.

Руководитель - профессор, д.т.н. Батаев А.А

НГТУ, г. Новосибирск,

Alex47@211.ru

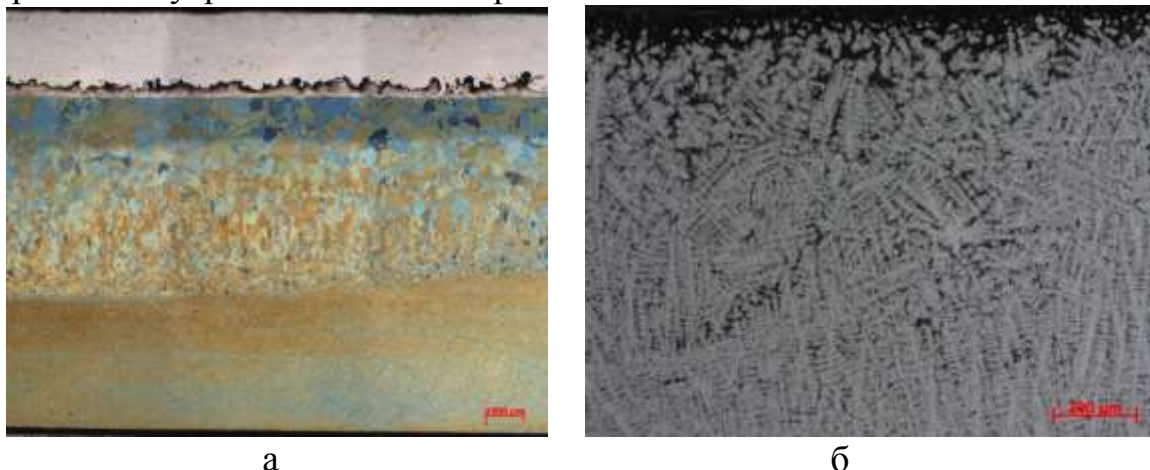
Тантал и металлы, плакированные танталом, широко используются в качестве коррозионностойких материалов. Их применение позволяет значительно увеличить срок службы деталей и узлов химических аппаратов, находящихся в непосредственном контакте с агрессивной средой. Однако широкое применение тантала ограничивается его высокой стоимостью и дефицитностью. Известно, что сплавы титана с содержанием тантала ~ 40 % по показателям коррозионной стойкости приближаются к чистому танталу, однако для производства таких сплавов необходимо применять дорогостоящие технологии вакуумно-дугового переплава. Снизить себестоимость материала можно за счет частичной замены тантала ниобием, который так же обладает высокой коррозионной стойкостью, но несколько дешевле тантала. Так же одним из путей решения указанной проблемы является создание поверхностных экономнолегированных танталом и ниобием покрытий на титановых заготовках.

Проведенные ранее исследования показали, что эффективной технологией для формирования таких покрытий является вневакуумная электронно-лучевая обработка. Данная технология позволяет получать качественные покрытия системы «Ti-Ta-Nb» толщиной до 2 мм. Целью данной работы являлось изучение структуры и свойств покрытий, сформированных указанным методом.

Металлографические исследования показали, что в структуре материала можно выделить четыре характерные зоны: зона наплавляемого покрытия, переходная зона, зона термического влияния и область, не подвергшаяся тепловому воздействию, а, следовательно, не претерпевшая структурных изменений (рис. 1а).

Наплавленный слой имеет дендритное строение (рис. 1б), однако при исследовании на больших увеличениях отчетливо видно, что границы зерен пересекают дендритные ветви. Выявленные структурные особенности объясняются тем, что процесс вневакуумной электронно-лучевой обработки является скоротечным и неравновесным, поэтому в материале наблюдается дендритная ликвация по химическому составу.

Ветви дендритов травятся хуже и, следовательно, обогащены такими материалами как тантал и ниобий, в то время, как в междендритном пространстве концентрация легирующих элементов ниже. Методом растровой электронной микроскопии было выявлено пластинчатое строение внутреннего объема зерен.



а б
Рисунок 1 – Общий вид материала (а) и структура покрытия (б).

Коррозионная стойкость полученных покрытий оценивалась по потере массы за 240 часов выдержки в кипящем 68% растворе азотной кислоты. В качестве контрольных материалов при испытании использовались титан марки ВТ1-0, технически чистые тантал и ниобий. Скорость коррозии исследуемых покрытий приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Скорость коррозии титана, тантала и легированных танталом поверхностных слоев в 68 %-ном кипящем растворе азотной кислоты (при 120 °С)

Исследуемый материал	Скорость коррозии мм/год
Титан ВТ1-0	0,192
Тантал	0,001
Ниобий	0,023
Наплавленный слой 16,0 % <i>Ta</i> – 5 % <i>Nb</i>	0,008
Наплавленный слой 16 % <i>Ta</i> – 11 % <i>Nb</i>	0,011
Наплавленный слой 16 % <i>Ta</i> – 16 % <i>Nb</i>	0,002

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют о том, что технология вневакуумной электронно-лучевой наплавки позволяет формировать бездефектные коррозионностойкие покрытия системы «Ti-Ta-Nb». Легирование титана 16 % тантала и 5 % ниобия позволяет снизить скорость коррозии по сравнению с чистым титаном в 24 раза, а добавление в материал 16 % тантала и 16 % ниобия снижает скорость коррозии в 96 раз.